

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-212690

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
D 2 1 H	17/00	D 2 1 H 3/02
	17/03	D 2 1 J 3/00
	11/02	D 2 1 H 3/02 7 0 3
	11/18	5/14 Z
D 2 1 J	3/00	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平9-10343	(71) 出願人	000122298 王子製紙株式会社 東京都中央区銀座4丁目7番5号
(22) 出願日	平成9年(1997) 1月23日	(72) 発明者	末永 浩 東京都江東区東雲1丁目10番6号 王子製 紙株式会社東雲研究センター内
		(72) 発明者	吉村 至弘 東京都江東区東雲1丁目10番6号 王子製 紙株式会社東雲研究センター内
		(72) 発明者	石川 久夫 東京都江東区東雲1丁目10番6号 王子製 紙株式会社東雲研究センター内

(54) 【発明の名称】 低密度体

(57) 【要約】

【課題】 バルブ繊維を使用し、生分解性があり、層間強度に優れ、紙粉の出にくい低密度体を提供する。

【解決手段】 結合強化ファクターが0.15以上の微細繊維と、湿润カールファクターが0.4~1.0の範囲にあるカールドファイバーを原料として含有するスラリーを脱液、乾燥して得られ、かつ密度が0.05~0.45 g/cm³である低密度体。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 結合強化ファクターが0.15以上の微細繊維と、湿潤カールファクターが0.4～1.0の範囲にあるカールドファイバーを原料として含有するスラリーを脱液、乾燥して得られ、かつ密度が0.05～0.45 g/cm³であることを特徴とする低密度体。

【請求項2】 前記微細繊維がバルブ繊維である請求項1記載の低密度体。

【請求項3】 前記微細繊維の数平均繊維長が0.01～0.80 mmの範囲である請求項1記載の低密度体。

【請求項4】 前記微細繊維の保水度が150～500%の範囲である請求項1記載の低密度体。

【請求項5】 前記微細繊維を全繊維重量当り3～65重量%と、前記カールドファイバーを全繊維重量当り25～97重量%を含有する請求項1記載の低密度体。

【請求項6】 前記低密度体がシートである請求項1記載の低密度体。

【請求項7】 前記低密度体がボードである請求項1記載の低密度体。

【請求項8】 前記低密度体が成形体である請求項1記載の低密度体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バルブ繊維を主原料として、紙粉が少なく、優れた層間強度を有する生分解性のシート、ボード、または成形体などの低密度体に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に低密度体は、その軽量性、緩衝性、断熱性、吸音性等の特性を生かして様々な分野で使用されており、最も汎用的に使われているのがポリスチレン、ポリウレタン、ポリエチレン等の合成樹脂の発泡体である。この素材は強度や加工性に優れているが、反面、生分解性が無く、自然環境に放置された場合にそのままの形状を維持し続けるために、長期間にわたってその場の美観を損ね、環境を汚染する問題をもつ。又、埋め立てによってその廃棄物を処理した場合、生分解性が無いことと更には嵩張っていることも災いして、埋め立て処分場の寿命の短命化の原因ともなっている。又、この素材は、高い燃焼カロリーを有する為に、焼却炉で処分する場合に、燃焼温度が高くなり、焼却炉を傷めて炉の寿命を縮めるといった問題を有する。

【0003】そのため、生分解性を有し低燃焼カロリーであるセルロース繊維系低密度体の提案が多くなされている。例えば、合成樹脂にセルロース繊維を混合して発泡体とする製造方法（特開昭55-23109号公報、特開平3-269025号公報、特公昭52-19152号公報参照）やセルロース繊維に動植物性の糊料、合成樹脂エマルジョン、ゴムラテックス等から選ばれた接着剤を一定の割合で配合した組成物に、分解温度が10

0℃以下の発泡剤を含有させ、発泡させることによる発泡体の製造方法（特開平7-41588号公報）、セルロース繊維に粒子状の発泡剤を混入して抄紙して得られる原紙を加熱することにより発泡させて低密度で嵩高い紙を製造する方法（特開平5-339898号公報）、セルロース繊維に中空球状バテライト型炭酸カルシウムを配合してなる嵩高紙（特開平3-124895号公報）、繊維の柔軟化剤の存在下で架橋剤を反応させて得られる架橋バルブと、熱融着性繊維の混合物を成型して得られる嵩高性シート（特開平4-202895号公報）等が提案されている。

【0004】しかし、セルロース系繊維に熱融着性繊維を組み合わせて得られる低密度体は、嵩高性には優れているものの、繊維同士の結着点が少なく、又、その接着力が弱いなどの理由から層間剥離を生じやすく、その製造時或いは取扱い時或いは成形加工時に紙粉が出やすく、それを製造あるいは取扱う場所での作業環境に問題を生じている。又、上記の発泡剤にて発泡させて低密度体を得る方法の場合、発泡状態の制御が難しく、発泡状態が局部的に異なる不均一な構造体になりやすく、発泡が進みすぎた部分は層間剥離を起こし易く、その箇所から紙粉が出るという問題を有する。更に、生分解性のない樹脂或いは繊維を使用する方法の場合、廃棄の際に前述の事柄が問題となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明者等は、かかる現状に鑑み、生分解性を有するセルロース繊維を主原料にして優れた特性を有する低密度体及びその製造方法を鋭意検討した結果、特定の微細繊維とカールドファイバーを原料として含有するスラリーを、脱液・乾燥して得られる低密度体が優れていることを見出し、本発明を完成するに至った。本発明の成功の原因は、湿潤カールファクターが0.4～1.0の範囲にあるカールドファイバーは繊維間の結合強度が極めて劣るが、空隙を多く保持できるので低密度になりやすいこと、一方、結合強化ファクターが0.15以上である微細繊維は繊維同士の結合を強固にする性質が強いという点に着目し、その二つの材料を組み合わせた点にある。本発明の微細繊維の代わりにデンプン、CMC、PVA、PAMなどの水溶性高分子、あるいはスチレン-ブタジエン、酢酸ビニル等のラテックスを組み合わせる方法が考えられるが、その場合には歩留りが悪くかなり多量に配合しても層間強度が出にくい。本発明の目的は、低密度でありながら層間強度が強く紙粉の出にくい低密度体を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の低密度体は、結合強化ファクターが0.15以上の微細繊維と、湿潤カールファクターが0.4～1.0の範囲にあるカールドファイバーを原料として含有するスラリーを脱液、乾燥

して得られ、かつ密度が $0.05 \sim 0.45 \text{ g/cm}^3$ であることを特徴とするものである。本発明の低密度体は、前記微細繊維がバルブ繊維であるのが好ましい。本発明の低密度体は、前記微細繊維の数平均繊維長が $0.01 \sim 0.80 \text{ mm}$ の範囲であるのが好ましい。本発明の微細繊維の保水度は、 $150 \sim 500\%$ の範囲にあるのが好ましい。また、本発明の低密度体は、前記微細繊維を全繊維重量当り $3 \sim 65$ 重量%と、前記カールドファイバーを全繊維重量当り $25 \sim 97$ 重量%とを含有するのが好ましい。さらに、本発明の低密度体は、シート、ボード、または成形体が好ましい。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明に用いられる微細繊維の素材としては、通常天然高分子繊維、合成高分子繊維、半合成高分子繊維等、或いはこれらに適宜機械的処理または化学的処理を施したもの等が用いられ、その結合強化ファクターが 0.15 以上であることが重要である。天然高分子繊維としては、例えば、針葉樹、広葉樹をクラフトパルプ化、サルファイトパルプ化、アルカリパルプ化等して得られる未晒又は晒化学パルプ、GP、TMP（サーモメカニカルパルプ）等の機械パルプ、コットンパルプ、リンターパルプ、古紙パルプ等のパルプ繊維、及びバクテリアセルロース等のセルロース系繊維、さらに、ウールや絹糸やコラーゲン繊維等の蛋白系繊維、キチン・キトサン繊維やアルギン酸繊維等の複合糖鎖系繊維等が挙げられる。合成高分子繊維としては、例えば、脂肪族ポリエステル系繊維、ポリエチレン繊維、ポリプロピレン繊維、アラミド繊維等のように単量体から合成された繊維が挙げられる。また、半合成高分子繊維としては、例えば、アセチルセルロース系繊維等のように、天然物を化学修飾して得られる繊維が挙げられる。

【0008】これらの微細繊維の中でも、セルロース系繊維、脂肪族ポリエステル系繊維、及びアセチルセルロース系繊維等のように生分解性を有するものが好ましく用いられ、さらに、原料供給の安定性及び価格の面から、セルロース系繊維の中でも針葉樹、広葉樹をクラフトパルプ化、サルファイトパルプ化、アルカリパルプ化等して得られる未晒又は晒化学パルプ、GP、TMP（サーモメカニカルパルプ）等の機械パルプ、コットンパルプ、リンターパルプ、古紙パルプ等のパルプ繊維或いはそれらを処理して得られるものが、より好ましく用いられる。

【0009】又、本発明の微細繊維としては、機械的処理を施して得られる微細繊維が好ましい。機械的処理を施したものは枝分かれした形状になりやすく、層間強度アップの効果が極めて大きい。中でも、層間強度アップの効果の大きさ、及び製造の容易さからするとパルプ繊維を湿式で機械的に処理して得られる微細繊維パルプが特に好ましい。本発明においては、上記の如き微細繊維を、単独使用或いは二種以上併用することができる。

【0010】本発明で言う結合強化ファクター（BF）は、 $(E2 - E1) / E2$ で計算される。但し、E1は、広葉樹晒クラフトパルプ 50 重量%と針葉樹晒クラフトパルプ 50 重量%とを混合して水性スラリーとし、カナダ標準フリーネス（CSF） 500 ml まで叩解し、手抄マシンにて脱水・風乾し、その後 130°C で 1 分間熱処理して坪量 60 g/m^2 のシートを作製し、 20°C 、 $65\% \text{ RH}$ に調湿した後に測定された超音波弾性率を示す。E2は上記混合叩解パルプ繊維の 50 重量%を微細繊維で置き換えて水性スラリーを調製し、E1を測定するのと同じ方法でシートを作製し、測定した場合の超音波弾性率を示す。

【0011】機械的処理としては、例えば、媒体攪拌ミル処理（特開平4-18186号公報）、振動ミル処理（特開平6-10286号公報）、高圧均質化装置での処理、コロイドミル処理、叩解機処理等が挙げられるが、本発明では特に処理装置を限定するものではない。前記処理装置のうちで、媒体攪拌ミルや振動ミルによって得られる微細繊維パルプは、他の処理装置で得られるパルプ繊維より柔軟性に富んだものが得やすく、繊維の長さ方向だけでなく3次元的に微細繊維化が施されるために、本発明で用いるカールドファイバー同士を効率よく、又強固に結合することができるため特に好ましい。

【0012】因みに、媒体攪拌ミルは、ガラスビーズ或いはアルミナビーズを充填した粉碎容器に攪拌機を挿入して高速で回転させて、剪断応力によってスラリー中の分散物を粉碎する装置で、塔式、槽式、流通管式、アンユラー式等がある。又、振動ミルは、粉碎容器を高速振動させ、容器内に充填されたビーズ、ボール、ロッド等によってスラリー中の分散物に衝撃力、剪断力等の力を作用させて粉碎する装置である。又、高圧均質化装置は、高い圧力をかけて小径オリフィス間を通過させて、スラリー中の分散物を粉碎する装置である。

【0013】本発明では、結合強化ファクターが 0.15 以上の微細繊維を使用することを特徴とするが、結合強化ファクターが 0.15 以上の微細繊維を使用することにより、層間剥離や紙粉の発生は著しく改善され、所望の低密度体が得られる。結合強化ファクターが 0.15 未満の微細繊維を使用した場合、カールドファイバー同士の結合が不十分となり、得られる低密度体は層間剥離を生じやすく紙粉が発生しやすいものとなり実用的でない。好ましくは結合強化ファクターが $0.15 \sim 1.5$ の範囲の微細繊維が使用され、より好ましくは $0.20 \sim 1.5$ の範囲のものが使用される。 1.5 を超える微細繊維も、本発明において、品質的には十分使用することが可能であるが、該微細繊維の製造コストがアップする。

【0014】本発明に使用されるパルプ繊維の機械的処理によって得られた微細繊維の大きさについては、特に限定するものではないが、数平均繊維長が $0.01 \sim$

0.80mmの範囲のものが好ましく使用される。中でも歩留り及び分散性の面で0.05~0.60mmの範囲のものがより好ましい。繊維形態としては、その大部分が細い繊維でできたものや、バルブ繊維の一部がフィブリル化してその部分だけ細い繊維状となって分散しているもの等、いろいろな形態がある。そのため、繊維幅については、バルブ繊維の種類、処理方法によって異なり一概には言えないが、通常0.1~30 μ mの幅のものが好ましく使用される。しかし、本発明は特にこれにより限定されるわけではない。

【0015】本発明の微細繊維としては、保水度の値が150~500%の範囲にあるものが好ましい。又より好ましくは165~500%の範囲のもので、特に好ましくは210~450%の範囲のものである。保水度が150%未満の場合には、繊維の結合能力が不十分なために、カールドファイバー同士を結び付ける力が十分でなく、このような微細繊維とカールドファイバーの組合せで得られた低密度体は、層間強度が不十分で、紙粉を生じやすい傾向にある。特に、低密度体がシートの場合には紙力が不十分で、用途によっては実用不可となる場合がある。一方、保水度が500%を超えると、その微細繊維の製造コストがアップする。

【0016】因みに、保水度は、湿潤状態にある繊維を15分間3000Gの遠心力で脱水した後のその繊維が保持している水の量を絶乾繊維1g当りの量として表示した値(%)と定義されるもので、JAPAN TAPPI No. 26-78に規定されている。この数値は、そのセルロース繊維の水酸基(-OH)の量、即ち、繊維間の水素結合能力を相対的に表している。

【0017】カールドファイバーは、架橋反応による化学結合によってカールやネジレのような変形を固定化した、元の繊維の長さとは比べて見掛けの長さが小さくなったバルブ繊維で、本発明では湿潤カールファクターが0.4~1.0の範囲にあるカールドファイバーが用いられ、好ましくは、0.5~1.0の範囲のものが用いられる。カールドファイバーの湿潤カールファクターが0.4未満では、高粘性が小さくなり、微細繊維との組合せで得られる低密度体の密度が高いものとなる。一方、湿潤カールファクターが1.0を超えて大きくなると、高粘性に対する効果よりも、バルブ繊維に変形を付与する際の機械的処理の強化によって生ずるバルブ繊維の損傷による繊維強度の低下のため、紙粉の発生が顕著になり好ましくない。

【0018】因みに、湿潤カールファクターは、湿潤状態での繊維の変形の程度を示す指標で、カールドファイバーを室温下、24時間純水に浸漬した後の繊維の実際の長さ(LA)と繊維の最大投影長さ(繊維を囲む長方形の最長辺の長さ、LB)を顕微鏡を用いて測定し、

$[(LA/LB) - 1]$ で算出される値で、直線的な元の繊維の長さからどれだけ曲線化しているかを数値化し

たものである。

【0019】湿潤状態でのカールの状態を示す湿潤カールファクターが重要となるのは、乾燥状態でのカールファクターがいくら高くても湿潤カールファクターが小さければ湿潤することでカールが戻ってしまい、低密度になり難いからである。湿潤カールファクターが0.4~1.0の範囲のカールドファイバーは、バルブ繊維に相当量変形が付与されて屈曲しており、しかも架橋結合が施されているので繊維は剛直であり、そのためこれ単独からなるスラリーを脱液・乾燥して得たものは低密度体になる。しかし、この材料単独では繊維同士の絡み合いが弱く、又、架橋処理によりセルロース分子の水酸基(-OH)が減少しているために、水酸基による水素結合も生成し難くなっており、得られたものは層間剥離しやすく、実用に供することができない。そのため本発明では、特定の微細繊維を組み合わせる。

【0020】カールドファイバーとしては、水を保持する能力を示す保水度の値が10~80%の範囲のものが好ましい。中でも、25~60%の範囲のものがより好ましい。保水度が10%未満のものは、セルロース分子の水酸基(-OH)が少なすぎて繊維間結合が弱くなり、得られる低密度体は保形性の悪いものに成りがちである。また、保水度が80%を超えたものを使用すると、湿潤状態で短時間にカールが戻ってしまうために、安定して低密度体が得られないといった問題を有する。しかし、この範囲以外のものを使用しても、用途によっては実用可能なものと成り得るため、本発明のカールドファイバーの保水度はこの範囲に限定されるものではない。本発明の成功は、このカールドファイバーと特定の微細繊維を組み合わせることによって、カールドファイバーと他の結着材の組合せでは到底成しえなかった低密度と強度のバランスのとれた材料となり得ることを見出したことにある。

【0021】カールドファイバーとしては公知のものが本発明に使用できる。例えば、C2~C8のジアルデヒド並びに酸官能基を有するC2~C8のモノアルデヒドを使用してセルロース系繊維の内部を架橋させた平均保水度28%~50%の架橋繊維(特公平5-71702号公報)、C2~C9のポリカルボン酸を用いてセルロース系繊維を内部架橋させた保水度25%~60%の架橋繊維(特開平3-206174号公報、特開平3-206175号公報、特開平3-206176号公報参照)、更には市販のもの(例えば、米国ウェアハウザー社製、商品名:HBA-FF、NHB405、NHB416等)が挙げられ、適宜選択して用いられる。

【0022】バルブ繊維に架橋剤を添加した後、機械的攪拌を施し、次いでフラッフ化と加熱処理を行い、繊維に変形を付与したまま固定すると湿潤カールファクターの大きなカールドファイバーが得られる。

【0023】本発明におけるカールドファイバーと微細

10

20

30

40

50

繊維の混合比率は、その比率を変えることで密度と層間強度のバランスをコントロールすることができるので、目的に応じて適宜選択することができる。即ち、密度よりも層間強度を重視する場合には、微細繊維の配合を増やし、逆に層間強度よりも密度を重視する場合には、カールドファイバーを増やした配合を選択すればよい。中でも、微細繊維を全繊維絶乾重量当たり3～65重量%、カールドファイバーを全繊維絶乾重量当たり35～97重量%の割合で混合して用いた場合、密度と層間強度のバランスが特に優れ好ましい。その範囲外でも用途

によっては使用可能であるが、微細繊維が3重量%未満では、低密度体の層間強度が不足し、紙粉が発生しやすくなる。また微細繊維が65重量%を超えると、密度が高くなる傾向がある。

【0024】本発明においては、目的に応じて上記特定の

カールドファイバー及び微細繊維以外に適宜、天然パルプ繊維、有機合成繊維、無機繊維、紙力増強剤、耐水化剤、撥水剤、発泡性マイクロカプセル、サイズ剤、染料、顔料、歩留向上剤、填料、PH調整剤、スライムコントロール剤、増粘剤、防腐剤、防霉剤、難燃剤、抗菌剤、殺鼠剤、防虫剤、保湿剤、鮮度保持剤、脱酸素剤、マイクロカプセル、発泡剤、界面活性剤、電磁シールド材、帯電防止剤、防錆剤、芳香剤、消臭材等を選択し配合することができる。これらは複数種併用することも出来る。

【0025】天然パルプ繊維としては、例えば、針葉樹化学パルプや広葉樹化学パルプ、或いはGP、TMP（サーモメカニカルパルプ）等の機械パルプ、古紙パルプ、コットンパルプ、リンターパルプ等の漂白又は未漂白で、未叩解、又は叩解したもの、あるいは化学的処理により繊維の剛性を強化したものを挙げることができる。因みに化学的処理により繊維の剛性を強化したものとしては、具体的にはマーセル化パルプ、液体アンモニア処理パルプ等の膨潤パルプが挙げられる。該繊維は化学的処理を施さない繊維よりも低密度化への効果がある。これらは、単独で或いは適宜選択されて2種以上が併用される。このパルプ繊維の配合量は、低密度体の用途によって変わるが、通常全固形分の0～60重量%の範囲が好ましい。

【0026】有機合成繊維としては、例えば、ポリエチレン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリアクリロニトリル繊維、アクリル繊維、レーヨン繊維、ポリエステル繊維、ポリアミド繊維等が挙げられるが、中でも、脂肪族ポリエステル、アセチルセルロースの様な生分解性繊維が特に好ましい。また、該繊維の形状としては、直線的な繊維よりもカール等の曲がりを持つ繊維が低密度化への効果が期待できるので好ましい。これらは、単独で或いは適宜選択されて2種以上が併用される。この有機合成繊維の配合量は、低密度体の用途によって変わるが、通常全固形分の0～30重量%の範囲で添加され

る。有機合成繊維の添加は一般的に水湿潤状態での強度向上等に効果がある。

【0027】無機繊維としては、例えば、ガラス繊維、炭素繊維、活性炭繊維、アルミナ繊維、炭化珪素繊維、シリカ・アルミナシリケート繊維、ロックウール繊維等を挙げることが出来る。これらは、単独で或いは適宜選択されて2種以上が併用される。この無機繊維の配合量は、低密度体の用途によって変わるが、通常全固形分の0～30重量%の範囲で添加される。無機繊維の添加は、一般的に、低密度体への耐熱性や、消臭・脱臭・導電性などの各種機能性の付与に効果がある。

【0028】紙力増強剤としては、例えば、澱粉、CMC、PVA、尿素ホルムアルデヒド樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、ポリアミド尿素ホルムアルデヒド樹脂、ケトン樹脂、ポリアミドエビクロロヒドリン樹脂、ポリアミドポリアミンエビクロロヒドリン樹脂、グリセロールポリグリシジルエーテル樹脂、ポリエチレンイミン樹脂等を挙げることができる。これらは、単独で或いは適宜選択されて2種以上が併用される。紙力増強剤の配合量は、低密度体の用途によって変わるが、通常全固形分の0～10重量%の範囲で添加される。紙力増強剤の添加は一般的に強度向上等に効果がある。特に湿潤紙力増強剤を用いると、水湿潤状態での強度向上に大きな効果がある。

【0029】耐水化剤としては、上記紙力増強剤を耐水化剤として使用できるほか、アルデヒド基を有するホルムアルデヒド、グリオキサール、ジアルデヒド澱粉、多価金属化合物である炭酸アンモニウムジルコニウム等が挙げられる。撥水剤としては、各種ワックス（天然ワックス、石油系ワックス、塩素化パラフィン、ワックスエマルジョンなど）、高級脂肪酸誘導体、合成樹脂類、クロム錯塩、ジルコニウム塩、シリコン樹脂などが挙げられるが、特にこれにより限定されるわけではない。これらは、単独で或いは適宜選択されて2種以上が併用される。耐水化剤、撥水剤の添加は、低密度体の耐水性アップに効果がある。配合量は、低密度体の用途によって変わるが、通常全固形分の0～10重量%の範囲で添加される。

【0030】本発明で使用可能な発泡性マイクロカプセルとしては、例えば樹脂微粒子中に低沸点溶剤を内包したもので、70～150℃の温度で直径が3～5倍、体積で30～120倍に膨張する平均粒径が5～30μmの粒子が挙げられる。樹脂としては、通常塩化ビニリデン、アクリロニトリル、アクリル酸エステル、メタクリル酸エステル等の共重合体からなる熱可塑性樹脂が使用され、低沸点溶剤としては通常イソブタン、ペンタン、石油エーテル、ヘキサン、低沸点ハロゲン化炭化水素等が通常用いられている。これらは、単独で或いは適宜選択されて2種以上が併用される。この発泡性マイクロカプセルの配合量は、低密度体の用途によって変わるが、

通常全固形分の0～30重量%の範囲で添加される。発泡性マイクロカプセルは乾燥工程での熱によって発泡し、密度をさらに低下させる効果がある。

【0031】本発明の低密度体形成に使用されるスラリーは、通常攪拌機を有する装置でバッチ式或いは連続的に調製される。カールドファイバーは長時間湿潤状態で放置せず、できるだけ低密度体製造の直前に離解し、微細繊維と混合するのが望ましい。その理由は、カールドファイバーの親水性は通常のパルプよりも下がっているものの長時間水中につけて置くと、水を含んで繊維自体も柔軟となり、得られる低密度体の密度が上がりやすくなり、嵩が出にくいからである。従って、スラリーの調製はバッチ式よりも低密度体の製造に合わせて調製出来る連続式が好ましい。スラリーを形成するのに用いられる媒体としては通常水が使用されるが、他に水とアルコール（メタノールあるいはエタノール等）の混和液、アルコール、アセトン、酢酸エチル、グリセリン等の有機溶媒を使用することができる。スラリーの濃度は、低密度体の製造装置によって異なるが、通常乾燥固形分量が0.05～10重量%の範囲に調製される。一般的には抄紙機の場合には、乾燥固形分量が0.05～2重量%となる様に調製される。あまり濃度が高いとカールドファイバーと微細繊維の混合がうまく行われなため好ましくない。本発明の低密度体は媒体を使うスラリー方式、所謂ウェット方式で得られる、ドライ方式に比べて、繊維の混合が均一に成りやすく、繊維間の水素結合による結合強度が強くなるので、紙粉の発生が極めて少ない。

【0032】本発明の低密度体の形状としては、例えば、シート、ボード、或いは成形体が挙げられるが、シートの場合には、円網抄紙機、長網抄紙機、傾斜型抄紙機、ツインワイヤー抄紙機等、一般に製紙用として使用されている抄紙機を使って製造することができる。これらの抄紙機によって得られるシートの厚みは、通常30μm～5mmである。得られるシートの密度は、カールドファイバーや微細繊維の種類或いはその配合比率、又他の添加物の種類或いは配合量に影響されるが、それ以外に、製造段階でのシートにかかる圧力が重要で、出来るだけ低密度にするためには、ワイヤー部での脱水圧を弱めるためサクションロールの真空度を抑える、ダンディロールの圧力を出来るだけ下げる、プレス圧を下げる、ドライヤーのカンバスの張り及びサイズプレスのプレス圧を弱める、オンマシンのカレンダーを使わない等の工夫が重要となる。本発明では、スラリーの配合と製造上の工夫を行うことで密度が0.05～0.45g/cm³の範囲のものを得ることができる。

【0033】得られた低密度シートは省資源、軽量、断熱性、緩衝性等の特徴を生かして、未加工のまま、或いは表面塗工や含浸等の後加工を施して上質紙、微塗工紙、アート紙、コート紙、感熱記録紙用原紙、熱転写受

容紙用原紙、昇華転写受容紙用原紙、感圧複写紙用原紙、紙コップ用原紙、ラミネート加工用原紙、蒸着用原紙、電子写真複写紙、包装紙、ファンシーペーパー等として使用できる。尚、原紙での表面の平滑性が要求される分野においては、乾燥時でのヤンキーマシンの使用が望ましい。又、塗工紙において低密度が要求される分野においては、低密度の塗料、例えば、プラスチックビグメント、細かい気体を含む泡状塗料の塗工等が望ましい。また、接着剤含有塗液による後加工（オンマシン処理も含む）はシートの強度を増す手段として有効である。

【0034】本発明の低密度ボードは通常、5mm～数cmの厚みのもので、低密度シートの場合と同様な上記の如き抄紙機を使用して製造することが出来るが、装置によっては湿紙の状態で薄いシートを積層して厚物とすることができる。ボードの場合もシートの場合と同様、スラリーの配合と製造上の工夫を行うことで密度が0.05～0.45g/cm³の範囲のものを得ることができる。又、特殊な製造方法としては、インジェクション方式で、スラリーを高温高圧下ボード状に押し出す方法も有効である。その際、スラリー中に高アミロース含有澱粉も添加しておくと、より低密度のものが得られる。得られた低密度ボードは軽量、断熱性、緩衝性、防音性、吸湿性、生分解性等の特徴を生かして、これまで発泡スチレン、発泡ウレタン等が使用されてきた建材、包装材、自動車天井材等、様々な分野に使用することができる。尚、上記の方法によって得られたシートまたはボードは、複数枚貼り合わせて更に厚いシートやボードにすることができる。

【0035】本発明の低密度成形体としては、パルプモールド方式やインジェクション方式で所望の形態のものを得ることができる。スラリーの配合や吸引圧力、押出圧力等を選択することによって、密度が0.05～0.45g/cm³の範囲のものを得ることができる。成形体は他に、上記のシートやボードを所望の大きさに切断し、貼り合わせることによって、或いはシートやボード等を貼り合わせて作ったブロックを旋盤で削ることによっても得ることができる。

【0036】低密度体に、紙力増強剤、耐水化剤、撥水剤、或いは防腐剤、防霉剤、難燃剤、抗菌剤、殺鼠剤、防虫剤、保湿剤、鮮度保持剤、脱酸素剤、電磁シールド材、帯電防止剤、防錆剤、芳香剤、消臭剤等を含有せしめる方法としては、前記の如くスラリー中にこれらを添加混合する内添法以外に、シート、ボード、成形体を製造した後に表面塗布する方法、つまり外添法をとることも出来る。この塗布には、塗工、刷毛塗り、スプレー等の手段が使える。勿論内添・外添を併用しても構わない。かくして得られた低密度成形体は軽量、断熱性、緩衝性、防音性、吸湿性、生分解性等の特徴を生かして、これまで発泡スチレン、発泡ウレタン等が使用されてき

た包装材、ヘルメット用衝撃吸収材、防音材、断熱材等、様々な分野に使用できる。本発明の低密度成形体は、段ボール、板紙等に挟む、貼り付けるなど、組み合わせることも可能である。

【0037】本発明の低密度体は、ガスや液体の透過性がよく、フィルターとしても使用できる。例えば、シートやボードの場合には自動車用フィルター、掃除機のフィルター、エアーフィルター、空調用フィルター、換気扇用フィルター、障子用紙等として、成形体の場合にはタバコのフィルター等として使用できる。その場合、繊維に触媒や活性炭、活性炭繊維等の機能材を担持させることにより、消臭等の機能を持つフィルターを作製することができる。

【0038】抄紙機或いはバルブモールド製造機等でスラリーを脱液するために用いられる網としては、例えば、一般に使用されている60メッシュ、80メッシュなどのメッシュサイズのものが使用できるが、微細繊維が極めて細かい場合や、或いはスラリー濃度が低い場合には150メッシュ以上の細かな網目のものも適宜用いられる。尚、本発明に使用できる製造装置は、上記のものに限定されるものではない。又得られた低密度体の用途も限定されるものではない。

【0039】

【実施例】以下に実施例を挙げてより具体的に説明するが、勿論本発明はこれらに限定されるものではない。尚、実施例および比較例において「部」および「%」とあるのは特に断らない限り「固形分重量部」および「重量%」を示す。

【0040】実施例1

針葉樹晒クラフトバルブ絶乾50gに、エビクロルヒドリン（和光純薬（株）製）2gをイソプロパノール20mlに溶かした溶液、5%濃度の水酸化ナトリウム溶液20ml、及び水を加えて全量を250gとして、よく混合した。この混合物を容量1リットルの双腕型ニーダー（型式：S1-1、森山製作所製）に入れ、室温にて双腕をそれぞれ60rpmと100rpmで回転させ、20分間攪拌処理を施した。続いて、この混合物を耐熱性のビニール袋に入れて密閉したまま80℃下で2時間加熱処理を行い架橋させた。次に、バルブ中に残ったアルカリを水洗してよく洗浄した後、ブフナー漏斗にて固形分20%まで濃縮し、その繊維をよくほぐして150℃の送風乾燥器に入れ2時間処理して乾燥させた。この乾燥バルブを乾燥器から取り出し、冷却した後、実験用ワーブルグブレンダーによりバルブ塊を離解してフラック

$$E(\text{GPa}) = \rho(\text{g/cm}^3) \times \{S(\text{km/s})\}^2$$

但し、 ρ はシートの調湿後の密度(g/cm^3)、 S は超音波伝播速度(km/s)を示す。シート1の弾性率を $E1(\text{GPa})$ 、シート2の弾性率を $E2(\text{GPa})$ とした場合、結合強化ファクターは $\{(E2/E1) - 1\}$ で表される。

*フ化した。このようにして得られたカールドファイバーの湿潤カールファクターは0.75、保水度は30%であった。

【0041】また、固形分濃度1%の広葉樹晒クラフトバルブの水スラリーを、平均粒径2mmφのガラスビーズを80%充填した1.5リットル容のダイノミル（型式：KDL-PILLOT型、シンマル・エンタープライゼス社製）装置に350ml/分で導入、通過させることにより数平均繊維長0.28mm、結合強化ファクター0.52の微細繊維を得た。この微細繊維の保水度を測定したところ、280%であった。以上のようにして得られたカールドファイバー90部、及び、微細繊維10部を混合したものに水を加えて固形分濃度2%に調整し、十分に攪拌して繊維スラリーを得た。このスラリーを紙料として80メッシュブロンズワイヤーを備えた角型（25cm×25cm）手抄きシートマシンによりワイヤー上に坪量60g/m²のシートを形成させ、ウェットプレスをかけることなく、105℃の熱風乾燥器で拘束乾燥して、シートを得た。このシートの物性測定、および紙粉の評価を行ない、結果を表1に示した。以下に、用いた微細繊維、カールドファイバー、および得られたシート等の特性についての評価方法を示す。

【0042】評価方法

【結合強化ファクターの測定方法】広葉樹晒クラフトバルブ50部と針葉樹晒クラフトバルブ50部を混合し、2%濃度に調製して、実験用ナイアガラビーター（容量23L）にて、カナダ標準フリーネス（CSF）500mlとなるまで叩解した。この紙料絶乾3.7g分をとり薬品を加えることなく、150メッシュのワイヤーを用いて、角型（25cm×25cm）手抄マシンにてシートを形成させ、コーチング処理の後、常法に従って3.5kg/cm²の圧力にて5分間（第一プレス）と2分間（第二プレス）のウェットプレスを施した後、枠に挟んで送風乾燥機により常温にて乾燥を行った。その後130℃で2分間熱処理して坪量60g/m²のシート1を作製し、20℃、65%RHに調湿した。一方、上記NL混合叩解バルブ50部と微細繊維50部をよく混合した原料から絶乾3.7g分をとり、同様の方法にてシート2を作製し、20℃、65%RHにて調湿した。シート1及び2の密度を測定した後、動的ヤング率測定器（野村商事（株）製、型式：SST-210A）を用いて超音波伝播速度を測定することにより、シート1及び2の弾性率（GPa）を測定した。弾性率（E）は以下の式で計算した。

【0043】[数平均繊維長の測定法]カヤーニ繊維長測定器（型式：FS-200）により測定した。

【0044】[保水度の測定法]保水度は、JAPAN TAPPI No. 26-78に準じて測定した。カールドファイバーが乾燥状態にある場合は、次のように

した。紙料を絶乾0.5g分採取し、蒸留水100ml中に十分分散させ、そのまま24時間室温で放置して十分水を含浸させた。その後、紙料を濾過器上で捕集し、次いでG2のガラスフィルターを有する遠心分離機(型式:H-103N、国産遠心器社製)の遠心管に入れ、遠心力3000Gで15分間遠心脱水した。遠心脱水処理した試料を遠心管より取り出し、湿潤状態の重量を測定し、その後105℃の乾燥器で恒量になるまで乾燥し、乾燥重量を測定し、下記式により保水度を算出した。

$$\text{保水度}(\%) = \{(W-D)/D\} \times 100$$

但し、Wは遠心脱水後の試料湿潤重量(g)、Dはその試料の乾燥重量(g)である。また微細繊維の場合は、固形分濃度を6~9%の範囲に調製し、試料を絶乾重量で0.7gとなるように採取し、G3のガラスフィルターを有する遠心管に入れ、前記と同様にして遠心脱水処理を行い、湿潤重量と乾燥重量から上記式によって保水度を算出した。

【0045】[湿潤カールファクターの測定法] 蒸留水に室温で24時間浸漬した後の100本のカールドファイバーを顕微鏡用スライドガラス上に置き、画像解析装置を利用して、繊維1本ごとの実際の(直線状の)長さLA(μm)及び最大投影長さ(繊維を囲む長方形の最長辺の長さに等しい)LB(μm)を測定し、湿潤カールファクターを下記式から求め、その平均値を用いた。
湿潤カールファクター = (LA/LB) - 1

【0046】[シート物性] 得られたシートについて、坪量はJIS P 8142、厚さと密度はJIS P 8118、及び引張強度(裂断長)はJIS P 8113に基づいて求めた。

【0047】[層間剥離強度の測定法] 層間剥離強度は、TAPPI UM 403に基づいて測定した。

【0048】[シート・成形体切断時の紙粉の発生状況]

シート・成形体を市販のカッターナイフ(商品名:NTカッターL-500)にて切断し、その際の紙粉の発生状況を以下の通り目視にて判定した。

◎・・・紙粉の発生は、ほとんどない。

○・・・紙粉は僅かにあるが、実用上問題はない。

△・・・紙粉がかなりあり、実用上問題がある。

×・・・紙粉が多く、実用に適さない。

但し、測定できなかった場合には、「-」で表示した。

【0049】実施例2

固形分濃度1%の広葉樹晒クラフトパルプの水スラリーを、平均粒径2mmφのガラスビーズを充填した六筒式サンドグラインダー(アイメックス(株)製、処理容量300ml)を用いて処理し、数平均繊維長0.18mm、結合強化ファクター1.15の微細繊維を得た。尚、この微細繊維の保水度は400%であった。この微細繊維10部と、実施例1と同様にして得られたカール

ドファイバー90部を水で固形分濃度2%に希釈した後攪拌し、十分に分散した繊維スラリーを得た。このスラリーを紙料として使用した以外は実施例1と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0050】実施例3

固形分濃度3%の広葉樹晒クラフトパルプの水スラリーを12インチリファイナー(熊谷理機工業社製)にて繰返し処理し、CSF200mlの微細繊維を得た。この微細繊維の数平均繊維長は0.35mm、結合強化ファクターは0.17、及び保水度は160%であった。この微細繊維10部と、実施例1と同様にして得られたカールドファイバー90部を水を加えて固形分濃度2%に希釈して攪拌し、十分に分散した繊維スラリーを得た。このスラリーを紙料として使用した以外は実施例1と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0051】実施例4

カールドファイバーを75部、微細繊維を25部混合して紙料として使用した以外は実施例1と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0052】実施例5

ダイノミル処理による微細繊維の代わりに、数平均繊維長0.15mm、結合強化ファクター0.25の市販のアラミド微細繊維(商品名:ティアラKY-400M、ダイセル化学(株)製)を10部使用した以外は実施例1と同様にしてシートを作製した。尚、この微細繊維の保水度は288%であった。評価結果を表1に示す。

【0053】実施例6

手抄シートマシンで作製したウェットシートに、常法に従い3.5kg/cm²のウェットプレスをかけた以外は実施例1と全く同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0054】実施例7

固形分濃度1%の広葉樹晒クラフトパルプの水スラリーを、平均粒径2mmφのガラスビーズを80%充填した1.5リットル容のダイノミル(型式:KDL-PIL OT型、シンマル・エンタープライゼス社製)装置に450ml/分で導入、通過させることにより数平均繊維長0.31mm、結合強化ファクター0.43、保水度220%の微細繊維を得た。この微細繊維25部と、市販のカールドファイバー(商品名:NHB416、米国ウェア・ハウザー社製)75部を混合し水を加えて固形分濃度2%に希釈して攪拌し、十分に分散した繊維スラリーを得た。このスラリーを紙料としてシートを作製した以外は実施例6と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0055】実施例8

実施例7で用いた紙料に紙力増強剤としてポリアクリル

アミド樹脂（商品名：AF-100、荒川化学工業社製）を絶乾換算で繊維重量当り0.5%添加した以外は、実施例7と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0056】実施例9

市販のカールドファイバー（商品名：NHB416、米国ウェアーハウザー社製）60部と、実施例1で用いた数平均繊維長0.28mm、結合強化ファクター0.52、保水度280%の微細繊維20部と、実験室ナイアガラピーター（容量23L）で650mlCSFまで叩解した針葉樹晒クラフトパルプ20部を混合し、水を加えて固形分濃度2%に希釈して攪拌し、十分に分散した繊維スラリーを得た。このスラリーを紙料とした以外は実施例6と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0057】比較例1

原料スラリーの配合を、微細繊維を使用することなくカールドファイバーのみとした以外は実施例1と同様にしてシートを作製しようとしたが、ワイヤーから湿紙シートがうまく剥がれず、シートを作製することができなかった。

【0058】比較例2

ニーダーでの処理時間を60分間とした以外は、実施例1と同様にして得られた湿潤カールファクター1.1、保水度30%のカールドファイバー90部と、実施例3で用いたリファイナー叩解による微細繊維10部を混合して水を加え固形分濃度2%に希釈して攪拌し、十分に分散した繊維スラリーを得た。このスラリーを紙料として使用した以外は実施例1と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0059】比較例3

湿潤カールファクター0.33と保水度135%の、変形を付与していない未処理の針葉樹晒クラフトパルプ75部と、実施例1で用いた数平均繊維長0.28mm、結合強化ファクター0.52、保水度280%の微細繊維25部を混合したものを紙料として用いた以外は実施例6と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0060】比較例4

リファイナーでCSF350mlまで広葉樹晒クラフトパルプを繰り返し叩解した以外は実施例3と同様にして得られた数平均繊維長0.45mm、結合強化ファクター0.13、保水度130%の繊維を得た。この繊維10部をダイノミル処理による微細繊維の代わりに用いた以外は実施例1と同様にして坪量60g/m²のシートを作製した。評価結果を表1に示す。

【0061】実施例10

原料スラリーとして、湿潤カールファクター0.65、保水度60%の市販のカールドファイバー（商品名：NHB416、米国ウェアーハウザー社製）90部と、実

実施例1で用いた数平均繊維長0.28mm、結合強化ファクター0.52、保水度280%の微細繊維10部とを混合し、水を加えて固形分濃度2%に希釈して攪拌し、十分に分散させたスラリーを得た。このスラリーから絶乾300g分の原料をとり、実施例1と同じ角型手抄マシンにて脱水させ、ワイヤー上に湿潤ボードを形成させた。この湿潤ボードをワイヤーから、3mmφの穴の無数に空いたステンレス板に濾紙を敷いたものの上に移し、そのまま送風乾燥器中で105℃にて乾燥させた。乾燥終了後、20℃、65%RHにて調湿した後のボードの重量は310g、厚さは5.5cmであった。このボードのワイヤー面側から縦2.5cm、横2.5cm、厚さ5mmのシートをカッターナイフで切り取り、その際の紙粉の発生状況の評価及び層間強度の測定を行った。結果を表2に示す。また、得られたボードの圧縮特性をヤング率、圧縮応力、永久歪みにより評価し、併せて表2に記した。測定方法を以下に示す。

【0062】[圧縮特性] 得られたボード・成形体をカッターナイフで切り取り、2cm×2cm×2cmの立方体を得た。この立方体の圧縮特性を、ストローク引張試験機（型式：M2、東洋精機製作所製）にて測定した。ロードセルとして100kg用のもの、圧縮速度として20mm/分を用いて試験を行った。ヤング率は、歪み（%）をx軸とし、圧縮応力（kgf/cm²）をy軸としてグラフ化し、曲線のはじめの直線部分の傾きから計算で求めた。又、歪みを60%（12mm）与えたときの圧縮応力（kgf/cm²）を求め、更に歪みを75%（15mm）与えた後、24時間放置させたときの歪みの元の高さ（20mm）に対する割合を永久歪み（%）と定義し、下記式から求めた。

$$\text{永久歪み（\%）} = \{ \text{歪み（mm）} / \text{元の高さ（mm）} \} \times 100$$

【0063】実施例11

広葉樹晒クラフトパルプを120mlCSFまで繰り返しリファイナー叩解処理した以外は実施例3と同様にして得られた数平均繊維長0.33mm、結合強化ファクター0.23、保水度170%の微細繊維40部と、実施例10で用いた市販のカールドファイバー60部とを混合したスラリーを用いた以外は実施例10と同様にしてボードを作製した。調湿後のこのボードの重量は315g、厚さは2.7cmであった。評価結果を表2に示す。

【0064】実施例12

原料スラリーとして、実施例11で使用した市販のカールドファイバーを50部、微細繊維として実施例11で使用したリファイナー叩解繊維を25部、更に実施例9で用いた650mlCSFまで叩解した針葉樹晒クラフトパルプ25部を混合したスラリーを用いた以外は実施例10と同様にしてボードを作製した。調湿後のこのボードの重量は318g、厚さは2.0cmであった。評

価結果を表2に示す。

【0065】比較例5

原料スラリーとして、微細繊維を使用せずカールドファイバー100%とした以外は実施例10と同様にしてボードを作製しようとしたが、ワイヤーから湿潤ボードを剥す際に、ワイヤー上に繊維が残った。湿潤ボードを実施例10と同様にして乾燥・調湿を行ったが、繊維を摘むと剥がれる状態であり、カッターナイフで5mmのシートを切り取れなかった。

【0066】比較例6

原料スラリーとして、比較例3で用いた湿潤カールドファクター0.33、保水度135%の針葉樹晒クラフトパルプを60部、微細繊維として実施例11で用いた数平均繊維長0.33mm、結合強化ファクター0.23、保水度170%のリファイナー叩解繊維40部を混合したスラリーを用いること、また、そのスラリーから絶乾700g分の紙料を用いた以外は実施例10と同様にしてボードを作製した。調湿後のこのボードの重量は738g、厚さは2.2cmであった。評価結果を表2に示す。

【0067】比較例7

原料スラリーとして、比較例4で用いた数平均繊維長0.45mm、結合強化ファクター0.13、保水度130%のリファイナー叩解微細繊維10部と、実施例10で用いた市販のカールドファイバー90部とを混合したスラリーを用いた以外は実施例10と同様にしてボードを作製した。調湿後のこのボードの重量は324g、厚さは5.8cmであった。評価結果を表2に示す。

【0068】実施例13

原料スラリーとして、実施例10と全く同じものを準備した。この原料スラリーを十分に攪拌した後、直径12cmのブフナー漏斗で固形分濃度5重量%程度まで濃縮、脱液し、ついでこの濃縮物を80メッシュのステンレスワイヤー製の5cm×5cm×5cmの一方向が開放された立方体形の容器の中に緩く手で均一に押し込みながら充填し、その容器ごと105℃の熱風循環式乾燥

器に入れ、3時間で乾燥させ、成形体を得た。得られた成形体を20℃、65%RHにて調湿した後、ワイヤーが当たっていた部分から5mmの厚さを切り出し、層間剥離強度、紙粉の評価に供した。また、2cm×2cm×2cmの立方体をこの成形体よりカッターナイフで切り出し、ボードの評価と同様、圧縮特性の評価に供した。結果を表2に示す。

【0069】実施例14

原料スラリーとして実施例11と同じものを使用した以外は実施例13と同様にして成形体を作製した。評価結果を表2に示す。

【0070】実施例15

原料スラリーとして実施例12と同じものを使用した以外は実施例13と同様にして成形体を作製した。評価結果を表2に示す。

【0071】比較例8

原料スラリーとして比較例5と同じものを使用して実施例13と同様の方法で成形体を作製しようとしたが、得られた成形体は型崩れしやすく、5mmの厚さのシートをカッターナイフで切り出せなかった。

【0072】比較例9

原料スラリーとして比較例6と同じものを使用した以外は実施例13と同様にして成形体を作製した。評価結果を表2に示す。

【0073】比較例10

原料スラリーとして比較例7と同じものを使用した以外は実施例13と同様にして成形体を作製した。評価結果を表2に示す。

【0074】比較例11

市販の発泡スチロール（密度0.02g/cm³）を2cm角の立方体にカッターナイフで切り取り、これを試料として圧縮特性を評価した。評価結果を表2に示す。

【0075】実施例1～9、比較例1～4で得られたシートについての評価結果を表1に示す。

【0076】

【表1】

	坪量 (g/m ²)	厚さ (mm)	密度 (g/cm ³)	裂断長 (km)	紙粉 評価	層間強度 (kg·cm/in ²)
実施例1	60.8	0.68	0.09	1.31	◎	0.72
実施例2	59.5	0.54	0.11	1.51	◎	1.29
実施例3	61.0	0.68	0.09	1.12	○	0.68
実施例4	61.3	0.44	0.14	1.69	◎	1.43
実施例5	62.0	0.69	0.09	1.12	○	1.17
実施例6	61.2	0.32	0.19	1.98	◎	1.43
実施例7	56.6	0.26	0.22	2.10	◎	1.62
実施例8	60.3	0.27	0.22	2.50	◎	1.71
実施例9	61.1	0.19	0.33	3.80	◎	1.64
比較例1	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	—	測定不可
比較例2	60.4	0.76	0.08	0.48	△	0.39
比較例3	61.3	0.13	0.48	3.92	◎	2.92
比較例4	60.1	0.75	0.08	0.39	×	0.30

【0077】実施例10～15、比較例5～11で得られたボード及び成形体についての評価結果を表2に示す。
* 【0078】

【表2】

*

	密度 (g/cm ³)	ヤング率 (kgf/cm ²)	圧縮応力 (kgf/cm ²)	永久歪み (%)	紙粉 評価	層間強度 (kg·cm/in ²)
実施例10	0.09	2.8	2.9	20	◎	0.78
実施例11	0.19	15.9	7.8	25	◎	1.39
実施例12	0.25	23.9	7.2	25	◎	1.38
実施例13	0.09	2.8	2.8	20	◎	0.83
実施例14	0.20	15.4	7.9	25	◎	1.51
実施例15	0.24	25.3	8.0	25	◎	1.44
比較例5	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	—	測定不可
比較例6	0.53	53.5	25.4	40	△	3.43
比較例7	0.09	2.7	2.7	20	×	0.13
比較例8	測定不可	測定不可	測定不可	測定不可	—	測定不可
比較例9	0.55	51.8	26.9	40	△	3.71
比較例10	0.09	2.6	2.8	20	×	0.15
比較例11	0.02	3.0	2.8	80	—	—

【0079】表1から明らかなように、実施例1～9において得られた低密度紙は密度が十分に低く、紙粉も殆どなく、例え発生しても僅かで十分に実用に適しているものであった。実施例1と比較して、微細繊維の結合強化ファクターを変えたり（実施例2、3）、配合比を変

化させたり（実施例4）、ウェットプレス圧を変化させたり（実施例6）することにより密度や層間剥離強度をコントロールすることができる。また、微細繊維としてアラミド微細繊維のような合成繊維を用いたり、カールドファイバーとして市販のものを用いたりすることでも

きる（実施例5、7）。本発明の低密度体には各種薬品類を併用することができ、紙力増強剤を添加した場合には密度が同じで強度を更に強くすることができる（実施例8）。また、本発明の低密度紙には通常パルプを一定量配合することもできる（実施例9）。さらに、実施例3と7を比較すると、保水度が210%以上の微細繊維を使用した場合に、紙粉も殆ど無くなり、裂断長もより長くなり、好ましいことが分かる。

【0080】一方、本発明で特定するカールドファイバーを単独で使用してシート、ボード、あるいは成形体を作製しようとしても、カールドファイバー同士の結合力が弱く、シートにならないか、成形体が形を維持することができず型崩れを極めて起こし易いものとなる（比較例1）。カールドファイバーの代わりに針葉樹晒パルプを用いると、所望の低密度体とならない（比較例3）。また、比較例2と実施例3を比較すると分かるように、湿潤カールファクターが大き過ぎるカールドファイバーを用いると密度がより小さくなるものの、繊維が脆くなっているため、紙粉が発生し易く、層間強度及び裂断長も弱い。また、結合強化ファクターが0.15未満の微細繊維を用いた場合も、繊維の結合力が足りないため、層間剥離強度が弱く、紙粉の出やすいものしか製造することが出来ない（比較例4）。

【0081】表2から分かるように、ボード、成形体についても、密度が十分に低く、層間強度が強いため紙粉の出にくい低密度体を得ることができる（実施例10～15）。これらの低密度体は、ヤング率、圧縮応力、永*

* 久歪みなどの特性からも、緩衝材として十分使用できるものである。特に実施例10及び13は、発泡スチロール（比較例11）と比較しても、ヤング率、圧縮応力、永久歪みの値は、発泡スチロールとほぼ同等であり、緩衝材としての性能を十分に備えている。さらに、カールドファイバーと微細繊維の配合を変えたり（実施例11、14）、通常パルプ（NBKP）を配合したり（実施例12、15）することにより、密度、及び強度をコントロールすることができる。一方、本発明で使用されるカールドファイバーを単独で使用してボード、あるいは成形体を作製しようとしても、シートの場合と同様、カールドファイバー同士の結合力が弱く、型崩れを極めて起こし易いものとなる（比較例5、8）。また、カールドファイバーの代わりに針葉樹晒パルプを用いると、所望の低密度体とならないばかりか、紙粉の出やすいものとなり、緩衝材として使用する場合永久歪みが大きく実用的なものとならない（比較例6、9）。また、結合強化ファクターが0.15未満の微細繊維を用いた場合も、繊維の結合力が足りないため、層間剥離強度が弱く、紙粉の出やすいものしか製造することが出来ない（比較例7、10）。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、緩衝材、断熱材、防音材、フィルター、低密度原紙等として利用可能な、生分解性を有し、層間強度に優れ紙粉が発生しがたい低密度体を提供するという効果を奏する。

【手続補正書】

【提出日】平成9年3月31日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】本発明で言う結合強化ファクター（BF）は、 $(E2 - E1) / E1$ で計算される。但し、E1は、広葉樹晒クラフトパルプ50重量%と針葉樹晒クラフトパルプ50重量%とを混合して水性スラリーとし、カナダ標準フリーネス（CSF）500mlまで叩解し、手抄マシンにて脱水・風乾し、その後130℃で1分間熱処理して坪量60g/m²のシートを作製し、20℃、65%RHに調湿した後に測定された超音波弾性率を示す。E2は上記混合叩解パルプ繊維の50重量%を微細繊維で置き換えて水性スラリーを調製し、E1を測定するのと同じ方法でシートを作製し、測定した場合の超音波弾性率を示す。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】因みに、媒体攪拌ミルは、ガラスビーズ或いはアルミナビーズ等を充填した粉碎容器に攪拌機を挿入して高速で回転させて、剪断応力によってスラリー中の分散物を粉碎する装置で、塔式、槽式、流通管式、アニューラー式等がある。又、振動ミルは、粉碎容器を高速振動させ、容器内に充填されたビーズ、ボール、ロッド等によってスラリー中の分散物に衝撃力、剪断力等の力を作用させて粉碎する装置である。又、高圧均質化装置は、高い圧力をかけて小径オリフィス間を通過させて、スラリー中の分散物を粉碎する装置である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】本発明の低密度体形成に使用されるスラリーは、通常攪拌機を有する装置でバッチ式或いは連続的

に調製される。カールドファイバーは長時間湿潤状態で放置せず、できるだけ低密度体製造の直前に離解し、微細繊維と混合するのが望ましい。その理由は、カールドファイバーの親水性は通常のパルプよりも下がっているものの長時間水中につけて置くと、水を含んで繊維自体も柔軟となり、得られる低密度体の密度が上がりやすくなり、嵩が出にくいからである。従って、スラリーの調製はバッチ式よりも低密度体の製造に合わせて調製出来る連続式が好ましい。スラリーを形成するのに用いられる媒体としては通常水が使用されるが、他に水とアルコール（メタノールあるいはエタノール等）の混和液、アルコール、アセトン、酢酸エチル、グリセリン等の有機

溶媒を使用することができる。スラリーの濃度は、低密度体の製造装置によって異なるが、通常乾燥固形分量が0.05～10重量%の範囲に調製される。一般的には抄紙機の場合には、乾燥固形分量が0.05～2重量%となる様に調製される。あまり濃度が高いとカールドファイバーと微細繊維の混合がうまく行われなため好ましくない。本発明の低密度体は媒体を使うスラリー方式、所謂ウェット方式で得られるために、ドライ方式に比べて、繊維の混合が均一に成りやすく、繊維間の水素結合による結合強度が強くなるので、紙粉の発生が極めて少ない。